

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-276686

(43)公開日 平成5年(1993)10月22日

| (51)Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|---------|-----|--------|
| H 0 2 J 7/16             | X    | 9060-5G |     |        |
| B 6 0 L 7/22             | G    | 6821-5H |     |        |
| H 0 2 P 9/30             | C    | 2116-5H |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-328763

(22)出願日 平成4年(1992)11月13日

(31)優先権主張番号 特願平3-326556

(32)優先日 平3(1991)11月13日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 梶浦 裕章

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72)発明者 草瀬 新

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

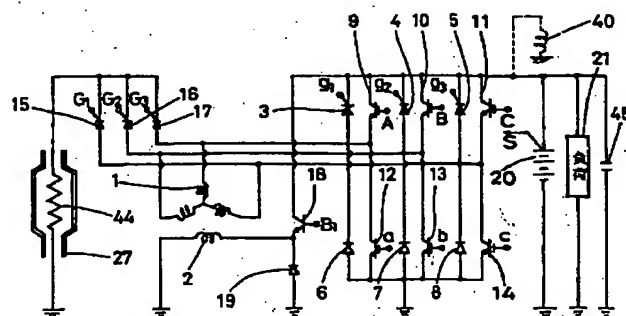
(74)代理人 弁理士 後藤 勇作

(54)【発明の名称】 車両用電源装置

(57)【要約】

【目的】 回転電機の比出力を最大にした制動発電動作をさせると共に、その際もまず蓄電池への回生を優先しつつ随時充電できる車両用電源装置を提供する。

【構成】 制動時には界磁制御トランジスタ1・8による略定電圧界磁制御は原則的に禁止され、制動用整流器15～17を介して制動用抵抗器44への最大電力供給が電機子巻線1の高電圧発電により行われる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転子に巻回された界磁巻線と、電機子巻線とを有する回転電機を備え、かつ前記界磁巻線への界磁電流を調整可能な界磁制御用半導体開閉素子と、前記電機子巻線の電力を整流し回転電機外部の蓄電手段を充電可能な充電用整流器とを備える車両用電源装置であって、  
通常は前記蓄電手段の電圧を適正範囲に保つべく充電用整流器により電機子巻線電力を整流して蓄電手段を充電するが、車両制動時であってかつ蓄電手段の電圧が適正範囲にある時は、制動用サイリスタ器で電機子電力を整流して制動用抵抗器に通電すると共に、電機子巻線に高電圧発電させて最大出力電力を発生できるデューティ比で界磁制御用半導体開閉素子をオンオフする制御手段を備えることを特徴とする車両用電源装置。

【請求項2】 前記充電用整流器をサイリスタにすると共に、制動時であってもその充電用サイリスタを導通し、かつ前記蓄電手段を断続高電圧充電するデューティ比制御手段を備えることを特徴とする請求項1の車両用電源装置。

【請求項3】 前記電機子巻線端に絶縁ゲート形静電効果トランジスタのブリッジを前記充電用整流器と併設して電動機機能を付加した請求項1又は請求項2の車両用電源装置。

【請求項4】 前記蓄電手段はコンデンサおよび蓄電池の並列結線体となることを特徴とする請求項1の車両用電源装置。

【請求項5】 前記制動用抵抗器は加熱触媒ヒータであることを特徴とする請求項1の車両用電源装置。

【請求項6】 回転子に巻回された界磁巻線と、電機子巻線とを有する回転電機を備え、かつ前記界磁巻線への界磁電流を調整可能な界磁制御用半導体開閉素子と、前記電機子巻線の電力を整流し回転電機外部の蓄電手段を充電可能な充電用整流器とを備える車両用電源装置であって、

前記充電用整流器ののちに電力制御用半導体開閉素子を介して前記充電手段を接続し、前記回転子の回転速度検出手段を設け、かつ前記蓄電手段に流れる電流を検出する電流センサを設け、前記回転速度検出手段の回転数信号に応じて前記回転電機の銅損と鉄損の比を最適化するピーク発電を可能にするように前記界磁制御用半導体開閉素子を開閉させる界磁制御手段を設けるとともに、前記電流センサの電流信号に応じて前記蓄電手段に流れる電流に適合するデューティ比にするように前記電力制御用半導体開閉素子を開閉させる電力制御手段を設けることを特徴とする車両用電源装置。

【請求項7】 前記充電用整流器の後に電力制御用半導体開閉素子を介して発電制動用抵抗を接続することを特徴とする請求項6に記載の車両用電源装置。

【請求項8】 前記充電用整流器の後に電力制御用半導

体開閉素子を介して蓄エネルギー用電動機を接続することを特徴とする請求項6に記載の車両用電源装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、乗用車およびトラック等のための車両用電源装置に関し、回転電機を一般電気負荷用の充電システムに使用する以外に、制動時は発電制動用抵抗器にも回路を接続して、回転電機をフルパワーで高電圧発電させ、大きなエンジン制動力を得る車両用電源装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来技術として、電機子巻線を短絡したり、回転子の回転に対し逆方向の回転磁界を与える方式の電機制動装置がある。これは付属周辺制御装置が簡便にて車両に搭載し易いが、反面回転電機自体が制動エネルギーを吸収放熱する必要があって回転電機自体の熱容量制約があり、制動能力を稼げなかった。

【0003】近年、省エネルギーの観点から始動と充電の回転電機を一体としエンジンおよび車両とのシステム化を図る気運が高まっており、その中の1つの技術として走行制動エネルギーを発電電力として蓄電池に回生する技術が公知である。中でも蓄電池容量は比較的に少なく、制動エネルギーを吸入しきれないため、余剰分を抵抗負荷に消費させ、制動機能を得つつ充電を図る技術が省エネルギーに効果の高いものとして注目されている。しかしながら、該方式の従来技術はいずれも充電に適した略一定の低電圧で発電させるものであるため、回転電機としての比出力つまり出力と寸法の比は不充分であり、従って体格および重量の割には小さな制動力しか得られないという難点があった。

【0004】また近年の車両重量の増大・車両高速化に伴い、摩擦ブレーキの負荷が大きくなり、乗用車にいたっても補助ブレーキが必要となってきた。従来技術としては、電磁式リターダのような電気制動機があるが、回転機自体が制動エネルギーを熱として吸収・放出する必要があるため、回転機自体の熱容量制約のため大きな制動力が得られなかった。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、制動時のみ図3に示す如き回転電機と負荷のインピーダンス整合をとった最大出力軌跡をたどる非一定高電圧作動を回転電機にさせることにより、比出力を最大にした制動発電動作をさせると共に、その際もまず蓄電池への回生を優先しつつ随時充電できる装置とすることを狙う。また、本発明は回転電機負荷を発電機インピーダンス整合をとったものとし、最大出力作動させることで比出力を最大にした発電動作をさせる。この際、蓄電池への回生を優先させて、その余剰分を発電制動用抵抗などの抵抗負荷で消費するようにすることを第2の課題とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の課題を解決するための車両用電源装置は、回転子に巻回された界磁巻線と、電機子巻線とを有する回転電機を備え、かつ前記界磁巻線への界磁電流を調整可能な界磁制御用半導体開閉素子と、前記電機子巻線の電力を整流し回転電機外部の蓄電手段を充電可能な充電用整流器とを備える車両用電源装置であって、通常は前記蓄電手段の電圧を適正範囲に保つべく充電用整流器により電機子巻線電力を整流して蓄電手段を充電するが、車両制動時であってかつ蓄電手段の電圧が適正範囲にある時は、制動用サイリスタで電機子電力を整流して制動用抵抗器を通电すると共に、電機子巻線に高電圧発電させて最大出力電圧を発生できるデューティ比で界磁制御用半導体開閉素子をオンオフする制御手段を備えることを特徴とする。そして、以上の構成により、制動時には界磁制御用半導体開閉素子による略定電圧界磁制御は原則的に禁止され、制動用サイリスタを介して制動用抵抗器への最大出力電圧供給が高電圧発電により行われる。また、前記電機子巻線端に絶縁ゲート形静電効果トランジスタのブリッジを前記充電用整流器と併設して電動機機能を付加する場合は、制動時の高電圧発電の際に、低損失高速作動ながらMOSのような破損はしにくく装置の信頼性が確保できる。

【0007】また、本発明の第2の課題を解決するための車両用電源装置は、前記充電用整流器ののちに電力制御用半導体開閉素子を介して前記充電手段を接続し、前記回転子の回転速度検出手段を設け、かつ前記蓄電手段に流れる電流を検出する電流センサを設け、前記回転速度検出手段の回転数信号に応じて前記回転電機の銅損と鉄損の比を最適化するピーク発電を可能にするように前記界磁制御用半導体開閉素子を開閉させる界磁制御手段を設けるとともに、前記電流センサの電流信号に応じて前記蓄電手段に流れる電流に適合するデューティ比にするように前記電力制御用半導体開閉素子を開閉させる電力制御手段を設けることを特徴とする。そして、上記構成によれば、制動時に限らず回転電機の発電出力を高めることが可能であり、高出力が得られる。

【0008】

【実施例】図1は、本発明装置の1実施の回路図である。電機子巻線1は回転電機の固定子をなし、図示なき車両用内燃機関によって駆動される回転子の界磁巻線2は界磁電流によりNS極を形成可能である。蓄電池20から流れる界磁電流は直列接続された界磁制御用トランジスタ18のオンオフにより調整可能にされている。界磁巻線2と並列にフライホイールダイオード19が接続されている。

【0009】電機子巻線1の三相巻線端はそれぞれ充電用三相サイリスタ3、4、5のアノードに接続され、これらサイリスタのカソードは蓄電池20の正極に接続されている。また、電機子巻線1の三相巻線端は三相ダイ

オード6、7、8のN層極に接続され、これら三相ダイオードのP層極は一括して蓄電池20の負極に接続されている、つまり、充電用整流器3～8の正側はサイリスタ、負側をダイオードにしてある。蓄電池20と並列に車両用一般電気負荷21およびコンデンサ45が接続されている。

【0010】電機子巻線1には制動用三相サイリスタ15、16、17のアノードが接続しており、これらサイリスタの各カソードは一括して制動用抵抗器44の非接地端に接続してある。制動用抵抗器44はバイパス排気管27内に設けて、加熱触媒ヒータを兼用するようにしてある。制動用抵抗器44の抵抗値 $R_L$ は、図3に示すごとく回転電機とインピーダンス整合させて最大出力電力を供給させるべく、回転電機のパワーピーク特性の最大出力軌跡を通るよう次式のごとく設定されている。

$$P = V_{OUT}^2 / R_L$$

ここで、 $V_{OUT}$ は回転電機の出力電圧であり、 $P$ は出力電力である。

【0011】回転磁界発生用トランジスタ9～14は、回転電機を電動機作用をさせる場合のトランジスタブリッジを形成しており、このトランジスタブリッジの上下端は蓄電池20の正負極と並列に接続されており、このトランジスタブリッジの中間点は電機子巻線1の三相巻線端に接続されている。また、前記トランジスタ9～14は絶縁ゲート形静電効果トランジスタ(IGBT)としてある。

【0012】図2は単純化した論理回路モデルによる制御回路のブロック図である。充電用三相サイリスタ3、4、5はゲート駆動回路47からゲート信号 $g_1$ 、 $g_2$ 、 $g_3$ を入力可能にされている。制動用三相サイリスタ15、16、17はゲート駆動回路46からゲート信号 $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_3$ を入力可能にされている。界磁制御用トランジスタ18はOR回路43からベース駆動信号 $B_1$ を入力可能にされている。

【0013】平滑回路22は蓄電池電圧 $S$ を平滑化して出力電圧を比較回路33に導入する。比較回路33は平滑回路22の出力電圧を基準電圧 $V_{ref}$ とを比較して比較結果に応じた出力信号を発生する。

【0014】制動作動司令回路24は、ブレーキペダルが踏まれない時は0信号を出力し、ブレーキペダルが踏まれる時は1信号を出力すると共に制動力指令 $BR$ を発する。デューティ比制御回路23は前記制動力司令が入力される時は、電機子巻線1に高電圧発電させ最大出力電力を発生できるデューティ比の信号を発生する。

【0015】電動機作動司令回路26は回転電機を同期電動機として作動させたい時に使用され、界磁巻線2の回転速度よりも速い回転磁界を電機子巻線1に与えるように回転磁界発生用トランジスタ9、10、11、12、13、14にベース駆動信号 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ を与える。また、電動機作動司令回路26はオン時

(使用時)に1信号を発生し、オフ時(非使用時)に0信号を発生し、かつオン時には励磁力司令Mを発する。

【0016】なお、図2においてAND回路36の上側端子には比較回路33の出力信号が入力されており、下側端子には制動作動司令回路24の1、0信号が負論理で入力されている。AND回路37の上側端子にはAND回路35の出力信号が負論理で入力されており、下側端子にはAND回路36の出力信号が入力されている。AND回路38の上側端子にはデューティ比制御回路25の出力信号が入力されており、下側端子にはAND回路36の出力信号が負論理で入力されている。また、AND回路37および38の出力信号はOR回路39を介してOR回路43の上側端子に入力されている。

【0017】通常は、制動力司令BRおよび励磁力司令Mがなく、かつ司令回路24、26から0信号が出力されるため、蓄電手段をなす蓄電池20およびコンデンサ45の電圧を適正範囲に保つべく制動用三相サイリスタ15、16、17はオフして、もう一方の充電用三相サイリスタ3、4、5をオンとして、蓄電池20およびコンデンサ45を充電する。そして、蓄電池20の電圧Sが基準電圧 $V_{ref}$ を下回るときはOR回路43からのベース駆動信号が界磁制御用トランジスタ18のベースに出力し、電圧Sが基準電圧 $V_{ref}$ を上回るときはベース駆動信号 $B_1$ が出力しないことにより、蓄電池20およびコンデンサ45が略定電圧になるよう界磁制御する。

【0018】車両制動時は、制動作動司令回路24から制動司令BRが出力すると共に1信号が出力する。該1信号はゲート駆動回路46に入力され、ゲート信号 $G_1 \sim G_3$ により制動用三相サイリスタ15～16がオンにされる。同時に、制動作動司令回路24の1信号がAND回路36の下側端子に負論理で入力することにより、前述の略定電圧界磁制御が禁止される。一方で制動作動司令回路24の1信号がAND回路34の上側端子に入力し、他方では制動力司令BRがデューティ比制御回路23に入力し、制動力に応じたデューティ比出力が発生することにより、必要制動力に応じた界磁電流制御モードに切替わる。この場合、電機子巻線1には充電時発電電圧よりも高い電圧を生じ、制動用抵抗44は図3に示すパワーピーク値によって決る出力電力Pを消費する。そして、制動用抵抗44に流れる電流により界磁巻線2にフレミング左手則による制動トルクが生ずる。その制動トルクは、同図に示す如く低い充電電圧で発電させるよりも約2倍以上の出力比が稼げるため約2倍の制動効果が期待できることとなる。

【0019】また、前記制動時であっても、制動作動司令回路24からAND回路32に1信号が入力しているため、蓄電池20の電圧Sが基準電圧 $V_{ref}$ を下回るときは、比較回路33からの出力信号がAND回路32に入力することに基づいてゲート駆動回路47からゲート信号 $g_1$ 、 $g_2$ 、 $g_3$ が発生する。従って、車両制動時

であっても平均値は充電適正電圧に保ちつつ充電用三相サイリスタ3、4、5を高速で断続通電すれば、制動時の電機子巻線1は高電圧ではあるものの蓄電池20の過充電を招くことなく、制動エネルギーの一部が蓄電池20に回収できる。

【0020】この場合、前記サイリスタ3～5が高速で断続通電することにより半波単位の高電圧充電を許すことになるが、充電用三相サイリスタ3～5およびダイオード6～8と蓄電池20の間には、実配線による漏洩インダクタンス40が存在するから、該インダクタンス40と蓄電池20の容量効果とにより、車両一般の電気負荷21にサージなどを与える心配がない。

【0021】なお、この制動モードにおける高電圧発電によって、回転磁界発生用トランジスタ9、10、11、12、13、14には高電圧が加わるが、これらトランジスタ9～14には絶縁ゲート型静電効果トランジスタ(IGBT)を用いているので耐サージ上の信頼性が高く、電源装置の信頼性が確保可能となる。

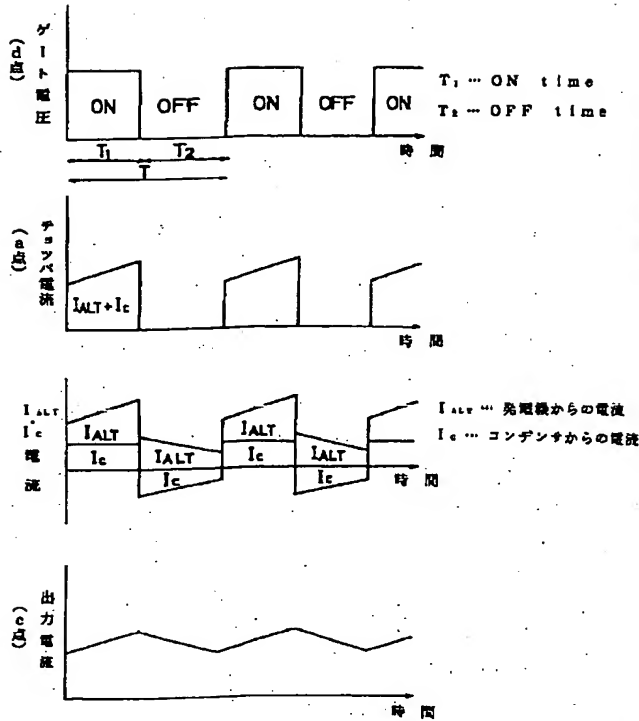
【0022】電動機作動を行う場合には、図2に示された電動機作動司令回路26をオンとし1信号を出力するとともに、励磁力指令M及びゲート信号A～C、 $a \sim c$ を出力する。そして、ゲート信号A～C、 $a \sim c$ により回転磁界発生用トランジスタ9～14の導通を制御して電機子巻線1の回転磁界で界磁巻線2を回転させ、図示略の補助エンジンを補助駆動する。1信号はAND回路35に入るため、制動作動司令回路24から0信号が負論理でAND回路35に入る場合には該AND回路35から出力が発生し、OR回路30を介してゲート駆動回路47に入力信号が入るため、該ゲート駆動回路47からゲート信号 $g_1 \sim g_3$ が出力する。そして、ゲート信号 $g_1 \sim g_3$ がサイリスタ3～5を導通とする。

【0023】電動機作動司令回路26の励磁力司令Mがデューティ比制御回路25に入力すると、該回路25のパルス出力がAND回路38の上側端子に入力する。電動機駆動により蓄電池20の電圧Sが低下すると、比較回路33が1信号を発生せず、かつ制動をしないとき制動作動司令回路24が0信号を発生する場合に、AND回路36が1信号を出力しないため、AND回路38はパルス信号を出力し、界磁制御用トランジスタ18へのベース駆動信号 $B_1$ はデューティ比制御回路25のパルス出力と同じになる。

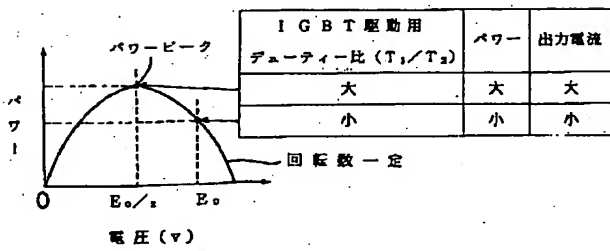
【0024】つまり、本実施例では電動機が作動中であっても蓄電池20の充電を優先しゲート駆動回路47が作動すると共に、デューティ比制御回路25が作動しており、蓄電池20の電圧Sが基準電圧 $V_{ref}$ より低下すると充電が行われる。

【0025】更に、電動機作動モード中の充電より制動作動モードは優先し、制動作動司令回路24から制動力指令BRおよび1信号が出力すると、OR回路43からベース駆動信号 $B_1$ が出力すると共に、ゲート駆動回路

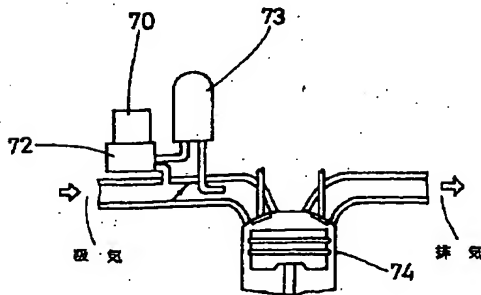
【図6】



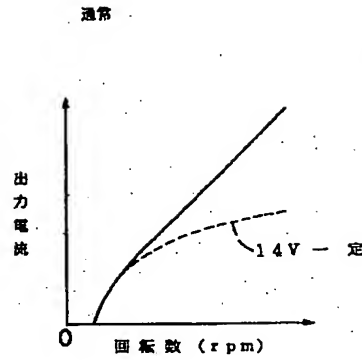
【図9】



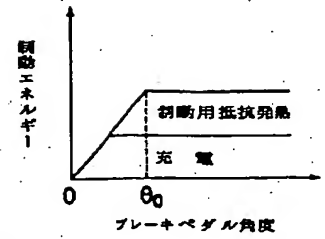
【図12】



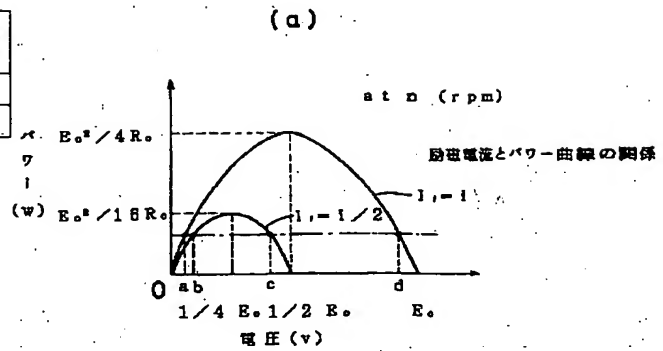
【図8】



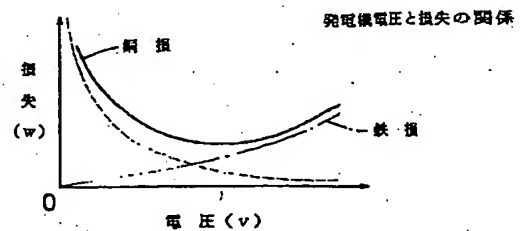
【図11】



【図10】



(b)



46からゲート信号G1～G3が出力し、高電圧発電が行われ制動用抵抗器44に電流が流れることにより制動が行われる。

【0026】しかし、この制動作動モード時でも蓄電池20の電圧Sが基準電圧 $V_{ref}$ より低下することで充電の必要が生じれば、ゲート駆動回路47からゲート信号 $g_1 \sim g_3$ を出力して充電を行う。すなわち、最大限の制動力を確保しつつ最大限の電力回生を図ることが可能となる。

【0027】

【その他の実施例】なお、前述の第1実施例では充電用三相サイリスタ3～5および制動用三相サイリスタ15～17を用いて電機子巻線の発電電力を蓄電池20側と制動用抵抗器44側とに切替え接続するように構成したが、図4のように、これをダイオード3'、4'、5'および三相ダイオード15'、16'、17'と切替スイッチ48にて構成しても同等の効果が得られることは言うまでもない。

【0028】本発明の第3実施例は発電機51、制御回路52、蓄電池20、車両用一般電気負荷21、発電制動用抵抗44を備え、その構成を図5に示す。車両用エンジンにより回転せしめられ、3相電機子巻線1に発生する交流出力を三相ブリッジ整流器53により整流し、直流が出力される発電機出力線50に充電用絶縁ゲート形静電効果トランジスタ（以下IGBTと呼ぶ）54及び制動用IGBT55a、55bが接続され、それぞれ充電系回路71と制動用抵抗44と蓄エネルギー用電動機70とに接続されている。また出力線50、アース間にコンデンサ45を設ける。蓄電系回路71の構成について説明する。充電用IGBT54の出力端はリアクトル41を介して蓄電池20および車両用一般電気負荷21に接続されている。またリアクトル41および蓄電池20の直列回路両端間にはフライホイールダイオード42が発電機出力と逆方向に接続されている。制動用抵抗44は加熱触媒を兼ね、バイパス排気管27に取り付けられており、発電機51とインピーダンス整合した抵抗値に設定されている。発電機51の励磁は蓄電池20から界磁制御トランジスタ18を介して界磁巻線2に出力される。上記IGBT54、55a、55b及び界磁制御トランジスタ18のベースは制御回路52と結ばれている。制御回路52は図示のように、各IGBT54、55a、55b、界磁制御トランジスタ18を駆動するパルス幅変調（PWM）駆動回路58、59、60及び比較回路61、62さらにそれらを制御するコントローラ63より構成される。また、コントローラ63はブレーキペダル68に取り付けられたポテンショメータ64からの位置信号を入力し、さらに電機子巻線1からの周波数信号をF/Vコンバータ65を介して出力している。また回転子励磁電流および出力電流はそれぞれ電流センサ67および69によりコントローラ63に入

力している。

【0029】以上の構成によりなるシステムの動作について説明する。本発電機51は通常走行時、充電発電機として作用し、蓄電池20及び車両用一般電気負荷21に電力を供給する。発電はコントローラ63よりの信号で界磁用PWM60を介して界磁制御トランジスタ18を作動させ界磁巻線2に電流を流し励磁する。この時、発電量はコントローラ63からの目標電圧信号と実際の蓄電池20の端子電圧とを比較回路61で偏差信号とし、充電用PWM58を介してその差に応じたデューティ比で充電用IGBT54を駆動することで調整する。その原理を図6を使用して以下簡単に示す。充電用IGBT54のゲート信号をスイッチングすることにより、ON時には発電機51より $I_{ALT}$ 、コンデンサ45より $I_c$ がa点に流れる。充電用IGBT54のOFF時には発電機51より $I_{ALT}$ がコンデンサ45に蓄えられる。またこの時、リアクトル41に磁気エネルギーとして蓄えられたエネルギーがフライホイールダイオード42を通して蓄電池20、車両一般電気負荷21へ電流として流れ、c点でみれば結局図6のような鋸歯状電流となる。本方式の発電では、発電機51の比出力を最大限に高めることができる。即ち、通常発電機51の端子電圧が低電圧（例えば14V）一定の発電では図7の様に取り出せるパワーは低い、しかし、本方式のごとく発電機1の出力側で発電量を制御すれば、発電機1を高電圧化できパワーピーク発電することが可能となる。例えば図7において6000rpm時にパワーピーク発電すれば3.5kWすなわちc点の電流で $3500\text{W}/14\text{V}=250\text{A}$ が得られ、14V一定時の出力電流107A（ $=1500\text{W}/14\text{V}$ ）の約2.3倍となる。フル出力時の出力特性を図8に示す。次に、図9に基づいてパワーピーク発電の方法について説明する。内部抵抗 $R_0$ を有する発電機の出力電力Pは

$$P = (E_0 - I R_0) \times I \quad E_0: \text{無負荷端子電圧}$$

$$R_0: \text{発電機内部抵抗}$$

$$I: \text{出力電流}$$

で表され、上式よりPが最大となるのは出力電圧が $E_0/2$ のときである。ここで $E_0$ は次式で表され、

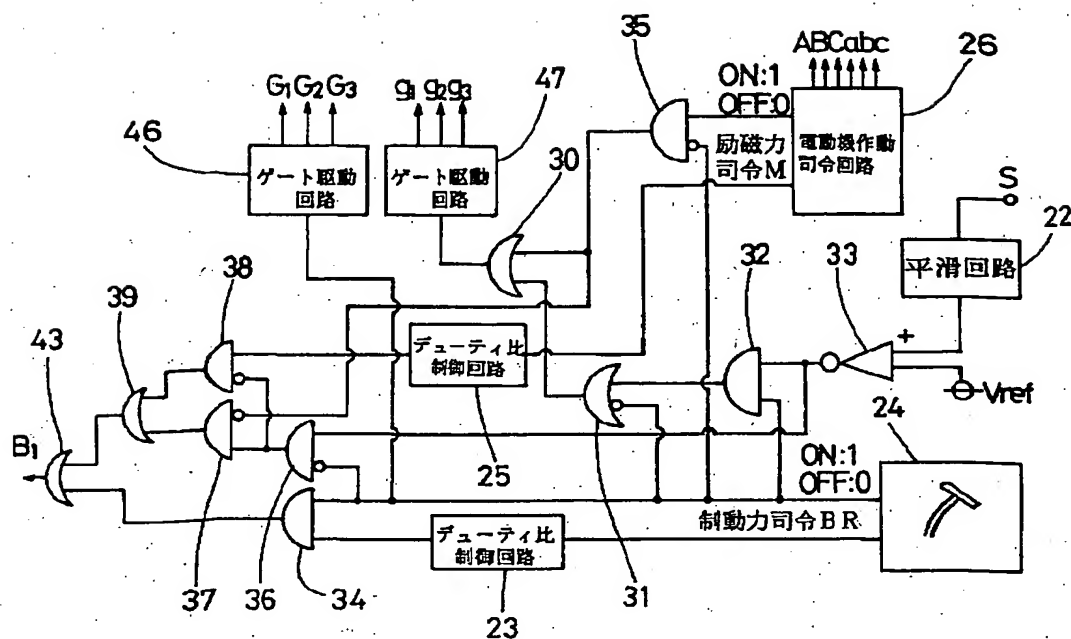
$$E_0 \propto n \cdot \Phi, \quad \Phi: \text{無負荷有効磁束}$$

$$\propto n \cdot i \quad n: \text{回転数}$$

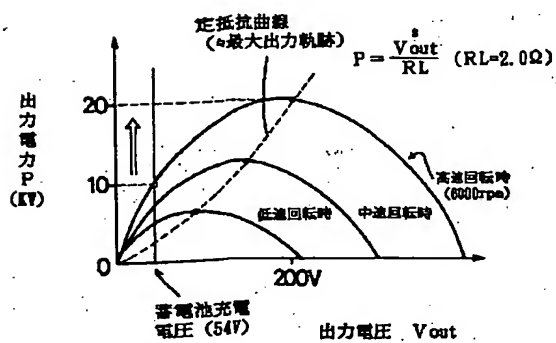
$$i: \text{励磁電流}$$

回転数及び励磁電流に比例する。従って、F/Vコンバータ65から得られた回転子の回転数信号と界磁電流センサ67からの電流信号をコントローラ63に入力しパワーピーク発電の出力電圧 $E_0/2$ を算出して、発電機出力線50の電圧 $E_0/2 \sim E_0$ となるように、充電用IGBT54をデューティ比制御することで高電圧発電が実現される。なお、デューティ比制御のスイッチング周波数は20kHz以上とし、人間の可聴域以上の周波数とした。

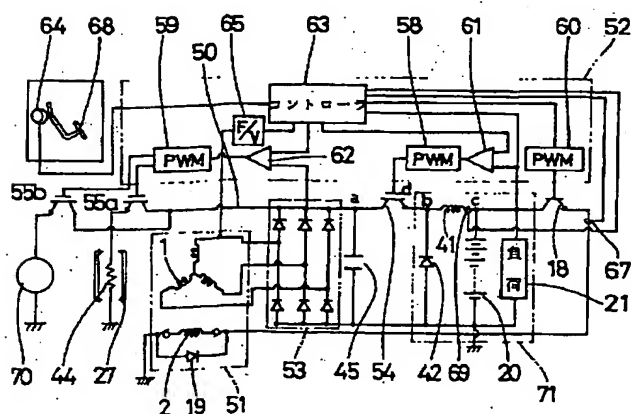
【图2】



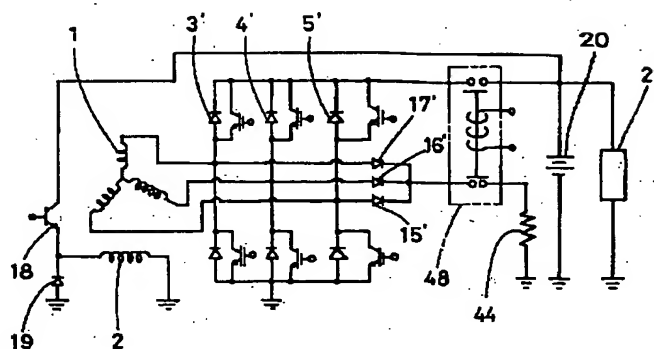
【图 3】



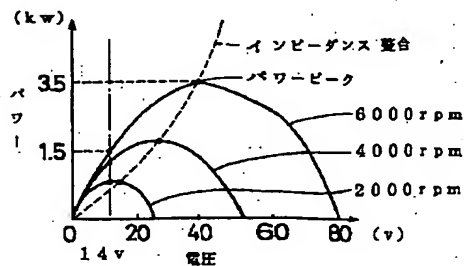
【図 5】



【図 4】



【图 7】





【0030】本構成における発電量の調整は上記充電用 IGBT54 による出力側での調整及び励磁制御用トランジスタ18による界磁巻線2の界磁量による調整が可能である。近年、車両燃費向上のため高効率発電が望まれており、本発明では上記2つの調整手段を組み合わせることで、常時最大効率で発電し、必要出力を得ることができる。その1例を以下に示す。

【0031】現在、回転数  $n$  (rpm) (F/Vコンバータ65から得られた回転数信号より判断)、設定電圧  $V_0$  (V)、励磁電流  $i_0$  (A) (電流センサ67からの電流信号より判断) の状態で充電用 IGBT54 のスイッチングにより出力電圧が制御される時、電流センサ69からの (出力電流  $I$  に対応する) 出力電流信号をコントローラ63に入力し、そのコントローラ内で必要発電パワーを計算する。

必要発電パワー  $P = V_0 I$

DC-DCコンバータの入出力パワーは (該DC-DCコンバータ内の損失を無視すれば) 等しく、従って発電機51側に必要な発電パワーは  $P$  である。界磁電流  $I_f$  による電圧パワー曲線の違いを図10に示す。例えば図10上で必要発電パワー  $P$  は点  $a, b, c, d$  各電圧で実施され、一般に界磁電流  $I_f$  を変更することで任意な電圧に設定可能である。発電機51の損失には、次の式 (1) の銅損、鉄損、整流損および機械損がある。

【0032】

【数1】

銅損 =  $R_0 I^2$

鉄損 =  $\alpha (f B_g)^2 + \beta f B_g^2 = \gamma V^2$

整流損 =  $V_F I$

機械損 = 一定

ここで

$\alpha, \beta, \gamma$ : 固有の係数  $f$ : 電源周波数

$B_g$ : 有効磁束密度

$V$ : 電圧

$V_F$ : ダイオードドロップ

である。一般に銅損および鉄損の寄与率が高い。銅損および鉄損はそれぞれ電流  $I$ 、電圧  $V$  の関数であるため損失  $P_L$  は次式 (2) で表現される。

【0033】

【数2】  $P_L = R_0 I^2 + \gamma V^2$

損失  $P_L$  が最小になるとき最大効率発電が実現される。

【0034】今、必要発電パワー  $P$  が決定されているため、 $P$  と  $V$  および  $I$  の関係は  $P = VI$  であり、損失  $P_L$  は次式となる。

【数3】  $P_L = R_0 (P/V)^2 + \gamma V^2$

【0035】  $P_L$  を最小とする  $V$  を  $V_{min}$  とすれば

【数4】  $V_{min} = (R_0 P^2 / \gamma)^{1/4}$

で表される。従って、発電機出力線50の電圧が  $V_{min}$  に等しくなる様に界磁電流を調整すれば最大効率発電が実現できる。

【0036】次に制動時の動作について説明する。運転者がブレーキペダル68を踏み込むとき、そこに設置されたポテンシオメータ64より角度信号をコントローラ63へ出力する。コントローラ63はブレーキペダル角度に応じた制動トルク目標値を設定し、その目標値に相当する発電機電圧を、現在の発電機回転数、および界磁電流より、パワーピーク電圧 ( $E_0/2$ ) を下限値として算出し、比較回路62に出力する。比較回路62では発電機出力電圧と該目標電圧を比較して両者が等しくなるようPWM駆動回路59を調整し、制動用 IGBT55aにより制動用抵抗44に電流を流す。このとき、前述の充電系回路71は独立に作用する。以上、本発明では1つの発電機51を充電用発電機と制動機の両方に使用でき、どちらもパワーピーク発電させることで大出力化を計っているため、充電時には大電流、制動時には大トルクが得られる。また制動時には、出力を車両用一般電気負荷21及び蓄電池20へ優先的に配分し、余剰分のみを制動用抵抗44で熱として消費させることで、最大限のエネルギー回生を可能とした (図11参照)。

【0037】

【その他の実施例】1. 本第3実施例では、出力制御用に充電用 IGBT54 を用いたが特に限定せず、パワートランジスタを使用してもよい。

【0038】2. 本第3実施例では制動用 IGBT55a, 55bの入力端子を発電機出力線50に設けたが、車両用一般電気負荷21及び蓄電池20の電源線に設けてもよい。

【0039】3. 本第3実施例では、制動時の余剰エネルギーを過熱触媒を兼ねた制動用抵抗44で消費させたが、以下の方法で制動エネルギーを加速エネルギーに変換することも可能である。

例1 (図12)

本第3実施例における制動用 IGBT55bの出力端子に蓄エネルギー用電動機70を接続し、制動時に該電動機70で回転圧力型圧縮機72を駆動し、アキュムレータ73に高圧空気を蓄える。加速時には該高圧空気を一般吸気用空気と共にエンジン74に過給し高トルクを得る。本方式では一般ターボで問題となるターボ過給機慣性によるエンジン回転上昇遅れがないため、加速レスポンスがよい。

【0040】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の車両用電源装置は、回転子に巻回された界磁巻線と、電機子巻線とを有する回転電機を備え、かつ前記界磁巻線への界磁電流を調整可能な界磁制御用半導体開閉素子と、前記電機子巻線の電力を整流し回転電機外部の蓄電手段を充電可能な充電用整流器と、該充電用整流器と車両制動時に切替えて使用し前記電機子巻線の電力を整流して回転電機外部の発電制動用抵抗器に通電する制動用整流器とを備えるから、通常は前記蓄電手段の電圧を適正範囲に保つ



べく充電用整流器により電機子巻線電力を整流して蓄電手段を充電するが、車両用制動時であってかつ蓄電手段の電圧が適正範囲にある時は、制動用整流器で電機子電力を整流して制動用抵抗器に通電すると共に、電機子巻線に高電圧発電させて最大出力電力を発生できるデューティ比で界磁制御用半導体開閉素子をオンオフする制御手段を備えるから、制動時において回転電機の比出力を最大にした制動発電動作をすることができると共に、その際もまず蓄電手段への回生を優先しつつ随時充電できるという優れた効果がある。更に、発電機の交流電力を直流に変換する充電用整流器ののちに半導体開閉素子を設けるときは、制動時に限らずパワーピーク発電により発電機の出力を高めることが可能であり、高出力が得られるという優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明装置の1実施例を示す回路図である。

【図2】単純化した論理回路モデルによる制御回路を示すブロック図である。

【図3】制動用抵抗器の抵抗値設定を示す特性図である。

【図4】本発明の第2実施例を示す回路図である。

【図5】本発明の第3実施例を示す回路図である。

【図6】その第3実施例の作動を説明するためのタイミングチャートである。

【図7】その第3実施例において発電機の電圧とパワー

の関連を示す特性図である。

【図8】第3実施例において発電機の回転数と出力電流との関連を示す特性図である。

【図9】第3実施例の絶縁ゲート形静電効果トランジスタのデューティ比とパワーと出力電流の関連を示す特性図である。

【図10】第3実施例のパワーピーク発電を示す特性図である。

【図11】第3実施例のブレーキペダル角度と制動エネルギーとの関連を示す特性図である。

【図12】第3実施例において発電機により蓄エネルギー用電動機を駆動する場合の構成図である。

【符号の説明】

1... 電機子巻線、 2... 界磁巻線、 3～5... 充電用三相サイリスタ、 6～7... 三相ダイオード、 9～14... 回転磁界発生用トランジスタ、 15～17、 15'～17'... 制動用三相サイリスタ、 18... 界磁制御用トランジスタ、 20... 蓄電池、 25... デューティ比制御回路、 44... 制動用抵抗器、 45... コンデンサ、 46、 47... ゲート駆動回路、 48... 切替スイッチ、 51... 発電機、 53... 三相ブリッジ整流器、 54... 充電用IGBT（絶縁ゲート形電界効果トランジスタ）、 55a、 55b... 制動用IGBT、 58～60... パルス幅変調（PWM）駆動回路、 70... 蓄エネルギー用電動機。

【図1】

